مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

قوى الإرتباط المايكروية بين الإسمنت الزجاجي الأيوني وإسمنت سيلكات الكالسيوم مع العاج السني: دراسة مخبرية مقارنة

د. هشام العفيف*

د. جمال العبدالله**

دارين جلول***

(تاريخ الإيداع 20 / 6 / 2018. قُبِل للنشر في 16 / 9 /2018)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى تقييم قوى الإرتباط المايكروي بين كل من إسمنت سيلكات الكالسيوم (Biodentine) والإسمنت الزجاجي الأيوني (GIC) مع العاج السني. أجريت الدراسة باستعمال ضواحك علوية أو سفلية، ووزعت العينات لكل مادة إلى ست مجموعات فرعية متساوية وفقاً للفترة الزمنية المدروسة (3 ساعات، يوم واحد، أسبوع واحد، 2 أسبوع، 4 أسابيع، 8 أسابيع)، وذلك بهدف دراسة التغيرات الحاصلة في قيم قوى الارتباط مع الزمن. بينت الدراسة المقارنة بأنّ نسبة نجاح عملية الإلصاق في مجموعة Biodentine كانت أصغر منها في مجموعة GIC من أجل الضواحك المختبرة بعد 3 ساعات ويوم واحد، بينما كانت نسبة النجاح في مجموعة Biodentine أكبر منها في مجموعة GIC من أجل الضواحك المختبرة بعد ثمانية أسابيع.

بينت النتائج وجود تناسب طردي بين قيم المتوسط الحسابي لقوى الإرتباط والزمن المدروس في مجموعة Biodentine والتي تراوحت بين 0.18±1.49 ميغاباسكال عند الزمن 3 ساعات وصولاً إلى قيمة عظمى بعد ثمانية أسابيع بلغت 0.26±2.65 ميغاباسكال. بينما لوحظ وجود تناسب عكسي بين قيم المتوسط الحسابي والزمن المدروس في مجموعة GIC، وتراوحت القيم بين 0.13±3.02 ميغاباسكال عند زمن 3 ساعات و 0.09±2.06 ميغاباسكال عند زمن 4 أسابيع.

بينت الدراسة أفضلية الـ Biodentine مقارنة بـ GIC من ناحية الإرتباط المايكروي مع العاج السني والتي يمكن أن يكون لها أهمية كبيرة سريرياً في منع التسرب الحفافي والحد من التلوث الجرثومي.

الكلمات المفتاحية: قوى الإرتباط المايكروية، إسمنت سيلكات الكالسيوم، الإسمنت الزجاجي الأيوني، العاج السني، التغطية اللبية غير المباشرة.

* أستاذ – كلية طب الأسنان–جامعة دمشق– دمشق– سورية.

**باحث رئيسي – هيئة الطاقة الذرية.

***طالبة دكتوراة معيدة في كلية طب الأسنان–جامعة دمشق– دمشق– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (40) No. (5) 2018

Micro Shear Bond Strength between Glass Ionomer and Calcium Silicate Cements to Dentine: In Vitro Comparative Study

Dr. Hesham Alaffif
Dr. Jamal Al Abdullah
Darin Jalloul

(Received 20 / 6 / 2018. Accepted 16 / 9 / 2018)

□ ABSTRACT □

The research aims to evaluate the micro shear bond strength of the calcium silicate cement (Biodentine) and the glass ionomer cement (GIC) to dentine. The study was performed using upper or lower premolars, and samples were divided into six equal subgroups according to the time period (3 h, 1 day, 1 week, 2 weeks, 4 weeks, 8 weeks), in order to study changes in the values of shear bond strength with time. The comparative study showed that the success rate of adhesion in the Biodentine group was smaller than that in the GIC group for the tested premolars after 3 hours and one day, whereas the success rate in the Biodentine group was greater than that in the GIC group for the tested premolars after 8 weeks.

Results showed a positive correlation between the mean values of shear bond strengths and the studied time in Biodentine group, which ranged from 1.49 ± 0.18 MPa at 3 hours to a maximum value of 2.65 ± 0.26 MPa after 8 weeks. While there was a negative correlation between the mean values and the studied time in the GIC group and values ranged from 3.02 ± 0.13 MPa at 3 hours and 2.06 ± 0.09 MPa at 8 weeks.

The study showed the advantage of Biodentine compared with GIC in terms of micro-bonding to dentine, which can have a clinically significant importance in preventing the micro leakage and reducing bacterial contamination.

Keywords: Micro Shear Bond, Calcium Silicate Cement, Glass Ionomer Cement, Dentine, Indirect pulp capping.

مقدمة

تعد البكتريا ومنتجاتها من الأسباب الرئيسة لتنخر النسيج العاجي وأذية النسيج اللبي. تهدف الإجراءات العلاجية إلى إزالة النسج السنية المؤوفة، وترميم الضياع في بنية النسيج السني [1]. تستعمل العديد من المواد في الترميم المحافظ والتي يجب أن تتميز بقدرتها على الختم الحفافي الجيد ومنع التسرب الجرثومي، فضلاً عن الخواص الفيزيائية المشابهة للعاج السني (معامل المرونة ومعامل الإنضغاط) مما يسمح لها بتحمل قوى المضغ والإطباق السني [1–3]. تساهم هذه المواد بشكل كبير في إعادة شكل السن التشريحي والمحافظة على وظيفته الفيزيولوجية.

استعملت سيليكات الكالسيوم في مجالات مختلفة من المعالجات السنية وذلك بسبب نشاطها الحيوي، إذ تعد الميزة الأهم لهذه المواد هي قدرتها على تحرير أيونات الكالسيوم وزيادة درجة الحموضة وتهيئة الوسط المناسب لإعادة تمعدن العاج السني مما يساهم في عملية ترميم العاج [3–5].

يعد GIC (Glass Ionomer Cement) من أهم المواد المستعملة في ترميم الأسنان الدائمة، وذلك بسبب امتلاكه خصائص حيوية مشابهة للعاج السني وقدرته على تحرير الفلور. كما يعد خياراً مناسباً كمادة ترميم في حالة النخور العميقة وذلك لقدرته على الإرتباط كيميائياً ببنية النسيج العاجي [3، 6–11]. يتكون GIC من بودرة تتكون بشكل رئيس من سيليكات الألمنيوم والفلور والكالسيوم الذوابة في الحموض، وسائلاً يحتوي كلاً من حمض البولي إكريليك وحمض الطرطر وغيرهما من الحموض العضوية [12].

أظهرت الدراسات الحديثة بأنّ GIC يمتلك معاملات مرونة وتمدد حراري مشابهة للعاج السني، لكنّ شراهته العالية للماء كانت دائماً من أهم السلبيات المذكورة من قبل الأطباء الممارسين [3، 8، 12، 13]. بينما أكدت دراسات أخرى على إمكانية استعماله بديلاً عن MTA (Mineral Trioxide Aggregate)، وذلك بسبب ارتباطه الأقوى بالعاج السني وفعاليته المضادة للبكتريا وانخفاض تكلفته المادية [3]. استعمل GIC في العديد من الحالات السريرية مثل علاج النخور العميقة والتغطية اللبية ومعالجة النخور العنقية [7].

طرح مؤخراً مادة جديدة تعتمد في تركيبها على خليط من مركب سيليكات الكالسيوم (Biodentine)، والتي تتكون بشكل رئيس من بودرة تحتوي سيليكات الكالسيوم الثلاثية والثنائية وكربونات الكالسيوم وأكاسيد معدنية (أكسيد الحديد وأكسيد الزركونيوم). بالإضافة إلى سائل المزج الحاوي على كلوريد الكالسيوم وبوليمر قابل للذوبان في الماء [4، 14].

يتميز Biodentine بمواصفات جيدة مقارنة بكل من GIC و MTA وأهمها زمن العمل القصير وسهولة التطبيق والقوى الميكانيكية العالية [4، 15، 16]، فضلاً عن خواصه الفيزيائية المشابهة لخواص العاج السني [14، 17]. يستعمل Biodentine في جميع استطبابات المعالجة اللبية بما فيها معالجة الانثقابات الجذرية وامتصاص الجذور وانثقابات مفترق الجذور والتغطية اللبية المباشرة وغير المباشرة [4، 16، 18].

يعد قياس قوى الإرتباط الماكروية (Micro Shear Bond Strengths-MSBS) من الطرائق العملية الموثوقة في تقييم تكيف مادة الترميم مع العاج السني المحيط. وتعرف قوى الإرتباط بأنها مقدار القوى المطلوبة لكسر الإرتباط بين مادة الترميم وسطح السن عند أو بالقرب من سطح التماس [14، 16].

درست قوى الإرتباط بين GIC و Biodentine مع العاج السني في عدد قليل من البحوث العلمية، ولكن لا يوجد أي معلومات في الأدبيات العلمية حول المقارنة بينهما في تجربة مخبرية واحدة.

أهمية البحث وأهدافه:

تقييم قوى الإرتباط المايكروي بين كل من Biodentine و GIC مع العاج السني والمقارنة بينهما.

طرائق البحث ومواده:

1- المواد المستعملة

درس في هذا البحث نوعان من المواد التجارية المستعملة في المعالجات الترميمية:

- اسمنت سيليكات الكالسيوم، الإسم التجاري: ®Biodentine (Septodent, France).

حضرت عينات Biodentine بمزج البودرة مع السائل الخاص بها باستعمال جهاز مزج الأملغم السني (الأملغميتر) ماركة (ADM9002) لمدة 30 ثانية.

- الإسمنت الزجاجي الأيوني، الإسم التجاري: GIC (Fuji-Japan).

يتألف الإسمنت الزجاجي الأيوني من بودرة تحتوي سيليكات الألمنيوم والفلور والكالسيوم الذوابة في الحموض، وسائل يحتوي كل من حمض البولي أكريليك وحمض الطرطر وغيره من الحموض العضوية.

حضرت عينات GIC بمزج البودرة مع السائل الخاص بها يدوياً حتى تمام التجانس حسب إرشادات الشركة المصنعة. يوضح الجدول (1) المواد المستعملة والشركة المصنعة والتركيب الكيميائي لكل مادة من المواد المستعملة في هذا البحث.

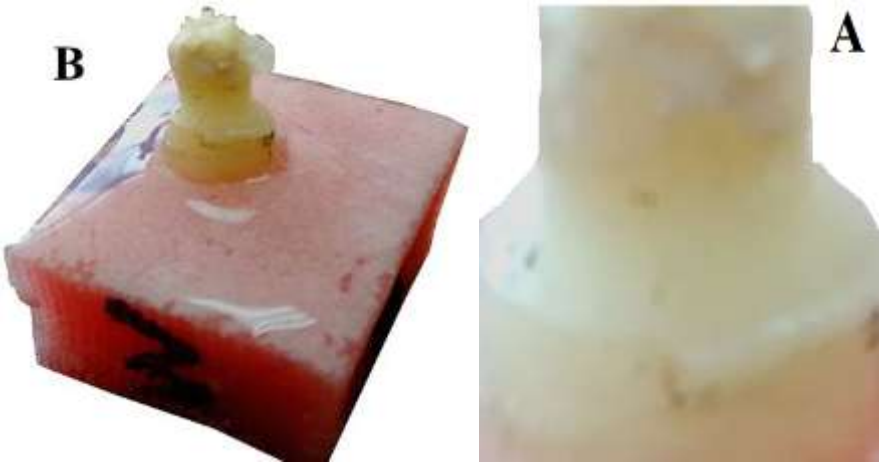
الجدول (1): التركيب الكيميائي والشركة المصنعة لكل من Biodentine و GIC.

اسم المادة	الشركة المصنعة	التركيب الكيميائي
Biodentine	Septodent-France	بودرة: سيليكات ثلاثية الكالسيوم، سيليكات ثنائية الكالسيوم، كربونات الكالسيوم، أكسيد الحديد، أكسيد الزركونيوم. سائل: كلوريد الكالسيوم، بوليمير ذواب في الماء، مادة خافظة للماء.
GIC	Fuji-Japan	بودرة: تحتوي سيليكات الألمنيوم والفلور والكالسيوم الذوابة في الحموض. سائل: حمض البولي أكريليك وحمض الطرطر وغيره من الحموض العضوية

2- الطرائق

1.2- التحضير الأولي للعينات

جمعت عينات سنية (72 عينة) من ضواحك علوية أو سفلية معدة للقلع لأسباب تقويمية في قسم التقويم –كلية طب الأسنان– جامعة دمشق. غسلت العينات بالماء المقطر لإزالة بقايا النسج الحية والدم، وحفظت العينات في الماء المقطر لحين استعمالها. حضرت العينات بالسرعة القصوى لتكون ملائمة للتصميم المعد مسبقاً ليتلاءم مع شروط التجربة. إذ تم إزالة كامل نسيج الميناء وتعديل شكل العاج ليكون على شكل اسطوانة قطرها 3 مم حسب ما هو موضح في الشكل (A-1)، ثبتت العينات السنية بعد التحضير ضمن حواضن إكريلية لتسهيل عملية تثبيت السن ضمن خلية الجهاز الخاص بقياس قوى الربط المايكروية الشكل (B-1).



الشكل (1): (A) يمثل شكل العاج بعد تعديله إلى شكل أسطواني، (B) السن مع التثبيت في الحامل الأكريلي.

2.2- طريقة تحضير العينات: اختبار قوى الربط المايكروية (Micro Shear bond Strength)

بعد تجهيز العينات السنية في الحواضن الإكريلية، حضرت مجموعتين من العينات وفق إرشادات الشركة المصنعة (30 عينة من كل مادة).

وضعت العينات المحضرة ضمن قوالب بلاستيكية إسطونية الشكل بقطر 3 مم وارتفاع 3 مم باستعمال ماصة السوائل البلاستيكية. طبقت العينات المحضرة على العاج السني وأزيل القالب البلاستيكي الحاضن للعينة بعد مرور 15 دقيقة. من الجدير بالذكر أن عملية تحضير العينات لكل من Biodentine – GIC لايتضمن استعمال أي مادة إلصاق.

وزعت العينات ضمن ست مجموعات من كل مادة مدروسة حسب الأزمنة المحددة مسبقاً لكل تجربة (الجدول 2)، وحفظت العينات ضمن الحاضنة عند درجة رطوبة 100% ودرجة حرارة 37 درجة سيلسيوس.

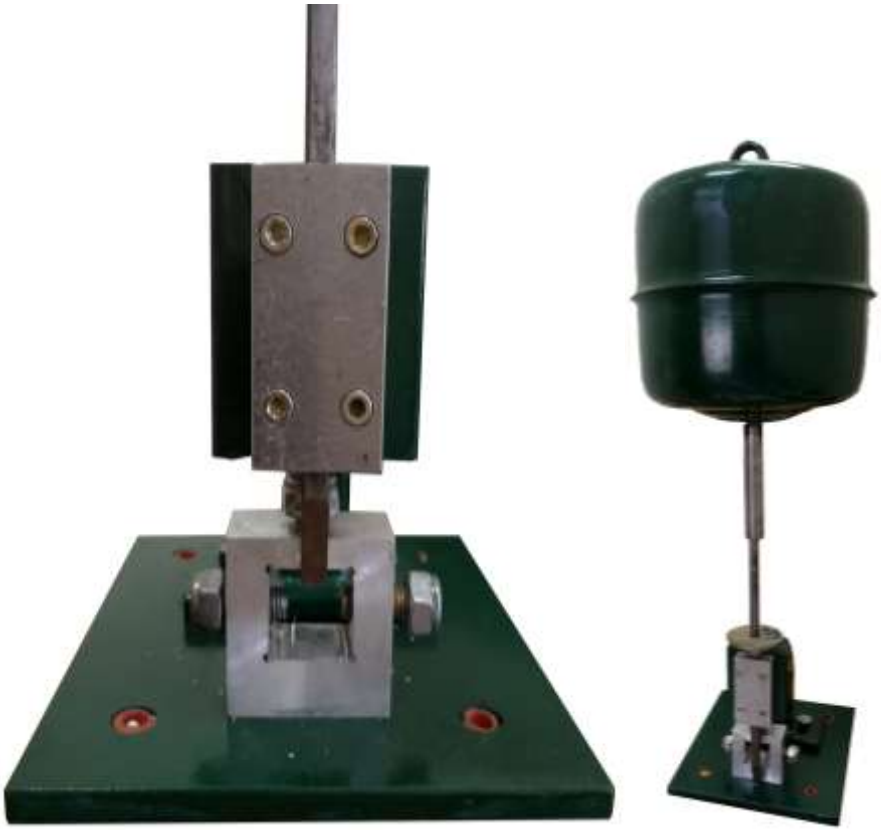
الجدول (2): توزع عينات Biodentine و GIC من أجل دراسة قوى الإرتباط خلال أزمنة مختلفة.

	اسم العينة	نوع العينة	اسم العينة	نوع العينة	زمن الإختبار
المجموعة(1)	SB-1	Biodentine	SG-1	GIC	3ساعة
	SB-2		SG-2		
	SB-3		SG-3		
	SB-4		SG-4		
	SB-5		SG-5		
	SB-6		SG-6		
المجموعة(2)	SB-7	Biodentine	SG-7	GIC	يوم واحد
	SB-8		SG-8		
	SB-9		SB-9		
	SB-10		SB-10		
	SB-11		SG-11		
	SB-12		SG-12		
المجموعة (3)	SB-13	Biodentine	SG-13	GIC	أسبوع واحد
	SB-14		SG-14		
	SB-15		SG-15		
	SB-16		SG-16		
	SB-17		SG-17		

		SG-18		SB-18	
2 أسبوع	GIC	SG-19 SG-20 SG-21 SG-22 SG-23 SG-24	Biodentine	SB-19 SB-20 SB-21 SB-22 SB-23 SB-24	المجموعة(4)
4 أسابيع	GIC	SG-25 SG-26 SG-27 SG-28 SG-29 SG-30	Biodentine	SB-25 SB-26 SB-27 SB-28 SB-29 SB-30	المجموعة (5)
8 أسابيع	GIC	SG-31 SG-32 SG-33 SG-34 SG-35 SG-36	Biodentine	SB-31 SB-32 SB-33 SB-34 SB-35 SB-36	المجموعة (6)

3.2- قياس قوى الإرتباط

يعتمد قياس قوى الإرتباط بشكل عام على استعمال أنواع مختلفة من الأجهزة التي يمكن من خلالها حساب هذه القوى. ولكن نظراً لعدم توفر هذا الجهاز في الوقت الحالي ضمن مخابر كل من كلية طب الأسنان وكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، فقد تقرر العمل على تصميم الجهاز وتنفيذه محلياً خلال البحث الحالي وذلك بعد دراسة الشروط التي يجب توفرها في هذا الجهاز للحصول على نتائج موثوقة.



الشكل (2): جهاز قياس قوى الإرتباط المحضر محلياً.

يبين الشكل (2) جهاز قياس قوى الإرتباط المايكروية المحضر محلياً خلال هذا البحث والمكون بشكل رئيس ممايلي:

- ❖ قاعدة تثبيت الجهاز.
- ❖ خلية تثبيت العينة.
- ❖ سكين القص.
- ❖ وحدة الأوزان.

أجريت عملية الإختبار الأولية للجهاز من خلال قياس قوى الارتباط لـ 10 مكررات من عينة GIC و 10 مكررات من عينة Biodentine، ومقارنة النتائج للتأكد من دقة النتائج الناتجة عن استعمال الجهاز المصنع محلياً.

بينت النتائج إمكانية استعمال الجهاز المصنع وبمجال خطأ لا يتجاوز 5% وبدقة تراوحت بين (103-95 %).

أجري اختبار قياس قوى الإرتباط عن طريق وضع العينة ضمن خلية التثبيت وطبقت قوى الضغط على سكين القص تدريجياً لحين الوصول إلى مرحلة فصل العينة عن العاج السني– نموذج الفشل (Failure Mode). حسبت النتائج باستعمال المعادلة (Eq.1).

$$SBS\ (Mpa) = \frac{P_{max}\ (N)}{\pi r^2\ (mm^2)} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

حيث: (SBS): قوى الإرتباط (ميغاباسكال)، (P_{max}): القوة العظمى المطبقة (نيوتن)، (r): نصف قطر سطح التماس بين المادة المدروسة وسطح العاج السني (مم).

النتائج والمناقشة

1- وصف العينة

تألفت عينة البحث من 72 ضاحكاً علوياً وسفلياً مقسمين إلى مجموعتين رئيستين اثنتين متساويتين وفقاً لنوع الإسمنت المستعمل (مجموعة إسمنت سيليكات الكالسيوم Biodentine، مجموعة الإسمنت الزجاجي الأيوني GIC). قسمت كل مجموعة إلى 6 مجموعات فرعية متساوية وفقاً للفترة الزمنية المدروسة (3 ساعات، يوم واحد، أسبوع واحد، 2 أسبوع، 4 أسابيع، 8 أسابيع).

2- الدراسة الإحصائية التحليلية

أجري اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح عملية الإلصاق وفشلها بين مجموعة Biodentine و GIC في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة (الجدول 3) ووفقاً لنوع الاسمنت المستعمل (الجدول 4).

كما هو موضح في الجدول (3)، فإنّ قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 في كل من مجموعة الضواحك المختبرة بعد ثلاث ساعات ومجموعة الضواحك المختبرة بعد ثمانية أسابيع، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح عملية الإلصاق وفشلها بين مجموعة Biodentine و GIC في كل من مجموعة الضواحك المختبرة بعد ثلاث ساعات ومجموعة الضواحك المختبرة بعد ثمانية أسابيع على حدة في عينة البحث. بينما لم تسجل أي حالات فشل في مجموعة العينات المختبرة بعد أسبوع واحد أو بعد أسبوعين في كل من عينات Biodentine و GIC.

أما بالنسبة للعينات المختبرة بعد 1 يوم و 4 أسابيع، فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح عملية الإلصاق وفشلها بين مجموعة Biodentine و GIC.

الجدول (4): نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح عملية الإلصاق وفشلها بين مجموعة Biodentine ومجموعة GIC في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغيران المدروسان = نجاح عملية الإلصاق وفشلها × نوع الإسمنت المستعمل					
الفترة الزمنية	عدد الضواحك	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
3 ساعات	12	4.000	1	0.046	توجد فروق دالة
يوم واحد	12	1.091	1	0.296	لا توجد فروق دالة
أسبوع واحد	12	-	-	-	لا توجد فروق دالة
2 أسبوع	12	-	-	-	لا توجد فروق دالة
4 أسابيع	12	2.400	1	0.121	لا توجد فروق دالة
8 أسابيع	12	4.000	1	0.046	توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول (4) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 مهما كان نوع الإسمنت المستعمل، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح عملية الإلصاق وفشلها بين اثنتين على الأقل من مجموعات الفترة الزمنية الست المدروسة (3 ساعات، يوم واحد، أسبوع واحد، 2 أسبوع، 4 أسابيع، 8 أسابيع) مهما كان نوع الإسمنت المستعمل في عينة البحث.

الجدول (4): نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات نجاح عملية الإلصاق وفشلها بين مجموعات الفترة الزمنية الست المدروسة، وذلك وفقاً لنوع الإسمنت المستعمل.

المتغيران المدروسان = نجاح عملية الإلصاق وفشلها × الفترة الزمنية المدروسة					
نوع الإسمنت المستعمل	عدد الضواحك	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
Biodentine	36	12.375	5	0.030	توجد فروق دالة
GIC	36	12.310	5	0.031	توجد فروق دالة

3- دراسة تأثير نوع الإسمنت المستعمل في قوى الارتباط وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

يبين الجدول (5) القيم الإحصائية (المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى) لقوى الارتباط في مختلف العينات موزعة وفقاً لنوع الإسمنت المستعمل، والفترة الزمنية المدروسة.

أجري اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق مع الزمن في متوسط قوى الإرتباط بين مجموعة Biodentine و GIC.

يبين الجدول (6) نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة، إذ يُلاحظ بأنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في مجموعة الضواحك المختبرة بعد أسبوعين اثنين، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لاتوجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قوى الارتباط بين مجموعة Biodentine و GIC في مجموعة الضواحك المختبرة بعد أسبوعين اثنين من عينة البحث. بينما يُلاحظ في باقي المجموعات الفرعية بأنّ قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قوى الارتباط بين مجموعة Biodentine ومجموعة GIC.

تؤكد الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات بأنّ قيم قوى الارتباط في مجموعة Biodentine كانت أصغر منها في مجموعة GIC من أجل العينات بعد 3 ساعات ويوم واحد وأسبوع واحد. بينما كانت قيم قوى الارتباط في مجموعة Biodentine أكبر منها في مجموعة GIC في كل من العينات المختبرة بعد أربعة أسابيع و ثمانية أسابيع.

الجدول (5): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنوع الإسمنت المستعمل والفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = قوى الارتباط (بالميغاباسكال)							
الفترة الزمنية	نوع الإسمنت المستعمل	عدد الضواحك	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
3 ساعات	Biodentine	3	1.49	0.18	0.10	1.36	1.70
	GIC	6	3.02	0.13	0.05	2.78	3.13
يوم واحد	Biodentine	5	1.62	0.16	0.07	1.45	1.86
	GIC	6	2.87	0.10	0.04	2.72	3.03
أسبوع واحد	Biodentine	6	2.22	0.16	0.07	1.93	2.41
	GIC	6	2.71	0.14	0.06	2.49	2.88
2 أسبوع	Biodentine	6	2.39	0.16	0.07	2.19	2.64
	GIC	6	2.39	0.17	0.07	2.17	2.65
4 أسابيع	Biodentine	6	2.51	0.34	0.14	2.05	2.90
	GIC	4	2.03	0.10	0.05	1.93	2.16
8 أسابيع	Biodentine	6	2.65	0.26	0.11	2.41	3.13
	GIC	3	2.06	0.09	0.05	1.96	2.14

الجدول (6): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى الارتباط بين مجموعة Biodentine ومجموعة GIC في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = قوى الارتباط (بالميغاباسكال)						
الفترة الزمنية	قيمة t المحسوبة	درجات الحرية	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
3 ساعات	-14.735	7	-1.53	0.10	0.000	توجد فروق دالة
يوم واحد	-15.417	9	-1.25	0.08	0.000	توجد فروق دالة
أسبوع واحد	-5.671	10	-0.49	0.09	0.000	توجد فروق دالة
2 أسبوع	0.012	10	0.00	0.10	0.991	لا توجد فروق دالة
4 أسابيع	2.659	8	0.47	0.18	0.029	توجد فروق دالة
8 أسابيع	3.621	7	0.59	0.16	0.009	توجد فروق دالة

المناقشة

يمتلك كل من الإسمنت الزجاجي الأيوني (GIC) وإسمنت سيليكات الكالسيوم (Biodentine) خصائص حيوية مشابهة لخصائص العاج السني مما يجعلهما من أهم المواد المستعملة في مجال المداواة الترميمية. تركزت الدراسة الحالية على قياس قوى الإرتباط المايكروية لكل من المادتين مع العاج السني. إذ تعد هذه الطريقة من الطرائق الموثوقة في تقييم تكيف مادة الترميم مع العاج السني.

كما هو موضح في الدراسة الإحصائية التحليلية فإن المتوسط الحسابي لمقدار قوى الارتباط في عينة البحث يختلف بشكل واضح مع وجود فروق دالة بين كل من المادتين المدروستين. إذ لوحظ وجود ارتباط خطي لقوى الإرتباط مع الزمن في حالة Biodentine والتي تنتج بشكل رئيس من تفاعل حلمهة سيليكات الكالسيوم، الجدول (5).

يوضح الجدول (6) قيمة الفرق بين المتوسطين لكل من مجموعة Biodentine ومجموعة GIC وفقاً للفترات الزمنية المدروسة. حيث لوحظ وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قوى الإرتباط بين المجموعتين عند جميع الأزمنة المدروسة باستثناء المجموعة المدروسة عند زمن أسبوعين. تتوافق هذه النتائج مع الأدبيات العلمية المنشورة، إذ بين كل من Camilleri, J وزملاؤه (2013) و Han, L وزملاؤه (2015) بأنّ قوى الإرتباط للمواد الترميمية مع العاج السني تختلف بشكل كبير باختلاف التركيب الكيميائي لهذه المواد [19–21].

يبين الجدول (5) وجود تناسب طردي بين قيم المتوسط الحسابي والزمن المدروس في مجموعة Biodentine والتي تراوحت بين 0.18±1.49 ميغاباسكال عند الزمن 3 ساعات وصولا إلى قيمة عظمى بعد ثمانية أسابيع بلغت 0.26±2.65 ميغاباسكال. بينما لوحظ وجود تناسب عكسي بين قيم المتوسط الحسابي والزمن المدروس في مجموعة GIC تراوحت بين 0.13±3.02 ميغاباسكال عند زمن 3 ساعات و 0.09±2.06 ميغاباسكال عند زمن 8 أسابيع.

تتوافق هذه النتائج مع الملاحظات الواردة في دراسة سابقة حول Biodentine، إذ أشار Hashem, D. F. وزملاؤه (2014) إلى أنّ Biodentine يعد من الحشوات الضعيفة خلال الفترة الأولى من التطبيق [22].

بينت دراسة حديثة بأنّ قوى الإرتباط المايكروية بين Biodentine والعاج السني تراوحت بين 7.97 ميغاباسكال عند زمن يوم واحد و 11.61 ميغاباسكال عند زمن ستة أشهر. وفسرت الدراسة هذه القيم المرتفعة لقوى الإرتباط بقدرة المادة على التمعدن الحيوي بالإضافة إلى الحجم الحبيبي الصغير وتجانس المكونات [16]. كما تراوحت قوى الإرتباط المايكروية في

دراسة أخرى بين 3.14 ميغاباسكال عند زمن 2 يوم و 9.34 ميغاباسكال عند زمن 14 يوم [14]. من الممكن أن تعزى هذه الفروقات بشكل كبير بالمقارنة مع القيم التي تم الحصول عليها في البحث الحالي إلى تغير الشروط المخبرية وتغير شروط تحضير العاج السني قبل التجربة. بين الباحثون في هاتين الدراستين بأنّهم استعملوا قوالب مطاطية (مطاط البولي أيثر) للحفاظ على شكل العينة، تساعد الخواص المطاطية للقالب في تحمل العينة لقوى انضغاط أكبر مما يفسر الفروقات الواضحة بين النتائج السابقة والواردة في البحث الحالي. كما أشار الباحثون إلى أنّ القيم التي حصلوا عليها قد تكون بعيدة عن القيم الحقيقية عند استعمال المواد سريرياً [13,16].

بينت المقارنة بين نتائج قيم قوى الإرتباط لمجموعة GIC في البحث الحالي مع النتائج الواردة في الدراسات السابقة بأنّ القيم كانت متقاربة وتقع ضمن المجال نفسه. إذ درس Pereira, L. C. G. وزملاؤه (2002) قوى ارتباط أنواع مختلفة من GIC مع العاج السني وتراوحت القيم بين 2.52 و 5.55 ميغاباسكال [11].

يساهم الكالسيوم المتحرر من اسمنت سيليكات الكالسيوم في تشكيل نقاط ارتباط على السطح البيني (اسمنت–عاج) مما يؤدي إلى زيادة قوى الإرتباط بشكل كبير وزيادة المقاومة ضد قوى الفصل [19–21، 23]. بينت دراسة سابقة لـ Jalloul, D وزملائها (2018) حول كمية الكالسيوم المتحررة وعلاقتها بذوبانية كل من Biodentine و GIC، بأنّ كمية الكالسيوم المتحررة في عينات Biodentine تتناسب طرداً مع زمن الغمر، إذ تراوحت كمية الكالسيوم المتحررة بين 0.3±1.5 ملغ عند غمر 3 ساعات و 0.8±5.3 ملغ عند زمن غمر 60 يوم. بينما كان تركيز الكالسيوم في عينات GIC أقل من حد الكشف عند جميع الأزمنة المدروسة [3].

تتوافق نتائج قوى الإرتباط في مجموعة Biodentine مع هذه الزيادة في تركيز الكالسيوم مع الزمن والتي تؤكد بأنّ قوى ارتباط اسمنت سيليكات الكالسيوم ترتبط بشكل كبير بكمية الكالسيوم المتحررة. كما بينت دراسات أخرى بأنّ حلمهة المواد النشطة حيوياً (مثل Biodentine و GIC) تنتج فوسفات الكالسيوم ورواسب شبيهة بالأباتيت على السطح الفاصل بين الإسمنت والعاج مما يساهم في تشكيل طبقة هجينة بين السطحين ومراكز ارتباط تكون مسؤولة عن الإرتباط الميكانيكي والكيميائي بين المواد المدروسة من جهة والعاج السني من جهة أخرى [4، 20، 21، 23–26].

درس Kaup, M وزملاؤه (2015) قوى ارتباط Biodentine مع العاج السني من أجل زمن 2 و 7 يوم، إذ سجلت النتائج وجود زيادة ملموسة عند زمن 7 يوم، والتي فسرها الباحثون بأنها تعود إلى استمرار تفاعل حلمهة سيلكات الكالسيوم [14]. تتوافق هذه النتائج مع النتائج التي تم الحصول عليها في البحث الحالي والتي تفسر زيادة قوى الإرتباط مع الزمن نتيجة لاستمرار تفاعل الحلمهة والذي يمكن أن يدوم لمدة شهر واحد على الأقل.

الإستنتاجات والتوصيات

تركزت الدراسة الحالية على قياس قوى الإرتباط المايكروية لكل من اسمنت سيليكات الكالسيوم (Biodentine) والاسمنت الزجاجي الأيوني (GIC) مع العاج السني، والتي تعد من الطرائق الموثوقة في تقييم تكيف مادة الترميم مع العاج السني. بينت النتائج بأنّ نسبة نجاح عملية الإلصاق في مجموعة Biodentine كانت أصغر منها في مجموعة GIC من أجل الضواحك المختبرة بعد 3 ساعات ويوم واحد، بينما كانت نسبة النجاح في مجموعة Biodentine أكبر منها في مجموعة GIC من أجل الضواحك المختبرة بعد ثمانية أسابيع.

بينت النتائج وجود اختلاف واضح في مقدار قوى الارتباط بين كل من المادتين المدروستين والتي تعزى بشكل رئيس إلى اختلاف التركيب الكيميائي لهما. بالمقارنة مع الزمن، لوحظ وجود ارتباط خطي طردي لقوى الإرتباط مع الزمن في حالة

Biodentine والتي تنتج بشكل رئيس من تفاعل حلمهة سيليكات الكالسيوم. بينما كان الارتباط عكسياً بين الزمن وقيم قوى الارتباط من أجل عينات GIC.

كما أكدت الدراسة الحالية بأنّ آلية ارتباط اسمنتات سيلكات الكالسيوم مع العاج السني تعتمد على الإرتباط الكيميائي والربط المايكروميكانيكي من خلال الإندخالات الإسمنتية (Cement tags) ضمن الأقنية العاجية. كما أنّ نتائج هذا البحث تعد الأولى من نوعها من حيث المقاربة مع الإستعمال السريري للمادة دون استعمال أي مواد لاصقة، والتي يمكن استعمالها بشكل أدق في تقييم Biodentine ومقارنته مع المواد الترميمية الأخرى.

التوصيات

تساهم قوى الارتباط في زيادة احتمالية نجاح الترميم بشكل عام، وعليه فإنّه من المهم الانتباه بأن ارتباط GIC مع العاج ينخفض بنسبة قد تصل 32 % بعد ثمانية اسابيع من التطبيق. بينما يتميز Biodentine بزيادة قوى الارتباط مع الزمن. على الرغم من أهمية تقييم مقدار قوى الارتباط لأي مادة ترميمية مخبرياً (ارتباط فيزيائي)، إلا أن النتائج السريرية تعد عاملاً مهماً في تقييم ارتباط المادة مع العاج كونها تسمح بتقييم الارتباط الفيزيائي والكيميائي للمادة مع العاج.

المراجع

[1] YAVARI, H., SAMIEI, M., ESKANDARINEZHAD, M., SHAHI, S., AGHAZADEH, M., PASVEY, Y. *An in vitro comparison of coronal microleakage of three orifice barriers filling materials*, Iranian endodontic journal Islamic Republic of Iran, Vol. 7, 2012, 156-160.

[2] POST, L. K., LIMA, F. G., XAVIER, C. B., DEMARCO, F. F., GERHARDT-OLIVEIRA, M. *Sealing ability of MTA and amalgam in different root-end preparations and resection bevel angles: an in vitro evaluation using marginal dye leakage*, Brazilian dental journal Brazil, Vol. 21, 2010, 416-419.

[3] JALLOUL, D., ALAFFIF, H., AL ABDULLAH, J. *In Vitro Comparative Study Between Glass ionomer and calcium silicate cements for solubility evaluation*, Journal of Al-Baath University Syrian Arab Republic, Vol. 40, 2018.

[4] DI ENDODONZIA, G. I. *Biodentine: from biochemical and bioactive properties to clinical applications*, Giornale Italiano di Endodonzia Italy, Vol. 30, 2016, 81-88.

[5] MAJEED, A., ALSHWAIMI, E. *Push-out bond strength and surface microhardness of calcium silicate-based biomaterials: an in vitro study*, Medical Principles and Practice Kuwait, Vol. 26, 2017, 139-145.

[6] CARVALHO, T.-S., VAN AMERONGEN, W.-E., DE GEE, A., BÖNECKER, M., SAMPAIO, F. C. *Shear bond strengths of three glass ionomer cements to enamel and dentine*, Med Oral Patol Oral Cir Bucal Spain, Vol. 16, 2011, 406-410.

[7] MANUJA, N., PANDIT, I., SRIVASTAVA, N., GUGNANI, N., NAGPAL, R. *Comparative evaluation of shear bond strength of various esthetic restorative materials to dentin: an in vitro study*, Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry India, Vol. 29, 2011, 7-13.

[8] MOHEET, I. A., LUDDIN, N., AB RAHMAN, I., MASUDI, S. A. M., KANNAN, T. P., ABD GHANI, N. R. N. *Evaluation of mechanical properties and bond strength of nano-hydroxyapatite-silica added glass ionomer cement*, Ceramics International United Kingdom, Vol. In press, https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.03.010, 2018.

[9] TAY, W. M., BRADEN, M. *Fluoride ion diffusion from polyalkenoate (glass-ionomer) cements*, Biomaterials United Kingdom, Vol. 9, 1988, 454-456.

[10] SIDHU, S., SCHMALZ, G. *The biocompatibility of glass-ionomer cement materials. A status report for the American Journal of Dentistry*, American journal of dentistry U. S. A., Vol. 14, 2001, 387-39.6

[11] PEREIRA, L. C. G., NUNES, M. C. P., DIBB, R. G. P., POWERS, J. M., ROULET, J.-F., DE LIMA NAVARRO, M. F. *Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements*, Journal of Adhesive Dentistry Germany, Vol. 4, 2002, 73-80.
[12] NICHOLSON ،J. W. *Adhesion of glass-ionomer cements to teeth: A review*, International Journal of Adhesion and Adhesives United Kingdom, Vol. 69, 2016, 33-38.
[13] RAZOOKI AL-SHEKHLI, A., AL AUBI, I., JAAFAR, N. A., AL-NNAMI, M. M. *Sorption and solubility of Biodentine new restorative materila*, Pakistan Oral & Dental Journal Pakistan, Vol. 36, 2016, 126-129.
[14] KAUP, M., DAMMANN, C. H., SCHÄFER, E., DAMMASCHKE, T. *Shear bond strength of Biodentine, ProRoot MTA, glass ionomer cement and composite resin on human dentine ex vivo*, Head & face medicine United Kingdom, Vol. 11, 2015, 14-21.
[15] LAURENT, P., AUBUT, V. About I. Development of a bioactive Ca_3SiO_5 based posterior restorative material (Biodentine™). in: Goldberg M, (Ed.). Biocompatibility or cytotoxic effects of dental composites. Oxford, Coxmoor, 2009. pp. 195-200.
[16] PRADEEP, P., RANDHYA, R., SHANAVAS, P., MUHSINA, K., HIMA, S. *An in vitro comparative evaluation of shear bond strength of biodentine and MTA*, International Journal of Applied Dental Sciences India, Vol. 4, 2018, 01-03.
[17] AKSOY, S., ÜNAL, M. *Shear bond strength of universal adhesive systems to a bioactive dentin substitute (Biodentine®) at different time intervals*, Stomatological disease and science U. S. A., Vol. 1, 2017, 116-122.
[18] NIKFARJAM, F., BEYER, K., KÖNIG, A., HOFMANN, M., BUTTING, M., VALESKY, E., KIPPENBERGER, S., KAUFMANN, R., HEIDEMANN, D., BERND, A. *Influence of Biodentine®-A Dentine Substitute-On Collagen Type I Synthesis in Pulp Fibroblasts In Vitro*, PloS one U. S. A ،.Vol. 11, 2016, e0167633.
[19] HAN, L., KODAMA, S., OKIJI, T. *Evaluation of calcium releasing and apatite forming abilities of fast setting calcium silicate based endodontic materials*, International endodontic journal U. S. A., Vol. 48, 2015, 124-130.
[20] CAMILLERI, J., SORRENTINO, F., DAMIDOT, D. *Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus*, Dental materials United Kingdom, Vol. 29, 2013, 580-593.
[21] HAN, L., OKIJI, T. *Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials*, International endodontic journal U. S. A., Vol. 46, 2013, 808-814.
[22] HASHEM, D. F., FOXTON, R., MANOHARAN, A., WATSON, T. F., BANERJEE, A. *The physical characteristics of resin composite–calcium silicate interface as part of a layered/laminate adhesive restoration*, Dental materials United Kingdom, Vol. 30, 2014, 343-349.
[23] HAN, L., OKIJI, T. *Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate–based endodontic materials into root canal dentine*, International endodontic journal U. S. A., Vol. 44, 2011, 1081-1087.
[24] GJORGIEVSKA, E. S., NICHOLSON, J. W., APOSTOLSKA, S. M., COLEMAN, N. J., BOOTH, S. E., SLIPPER, I. J., MLADENOV, M. I. *Interfacial properties of three different bioactive dentine substitutes*, Microscopy and Microanalysis United Kingdom, Vol. 19, 2013, 1450-1457.
[25] ATMEH, A., CHONG, E., RICHARD, G., FESTY, F., WATSON, T. *Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates*, Journal of dental research United Kingdom, Vol. 91, 2012, 454-459.
[26] REYES-CARMONA, J. F., FELIPPE, M. S., FELIPPE, W. T. *Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid*, Journal of Endodontics U. S. A., Vol. 35, 2009, 731-736.